

阿基米德原理动态探究实验仪的设计*

尹德都 尹爱丽 蒋 玮

(楚雄师范学院物理与电子科学学院 云南 楚雄 675000)

(收稿日期:2019-10-17)

摘要:分析了探究阿基米德原理常见的实验方法,并自主设计了阿基米德原理动态实验仪.该实验仪现象更直观、明显、可比、可读,操作方便,能有效减小实验误差.实验仪的设计简化了传统实验方法的操作步骤,仪器的设计新颖,制作取材方便,便于自制与推广.

关键词:阿基米德原理 实验 动态 探究

在中学物理教学中,常采用如图1所示的实验设计来探究阿基米德原理.主要操作步骤为:按图1(a)、(b)所示,用弹簧测力计分别测出重物和小桶所受的重力 $G_{物}$ 和 $G_{桶}$.在一个侧壁开有出水口的溢水杯中注入水,使水刚好从溢水杯侧壁的出水口处流出.再按图1(c)所示,把重物浸入溢水杯中,读出此时测力计的示数为 F ,同时将物体排开的水全部收集在小桶中.此时,物体受到水的浮力大小 $F_{浮} = G_{物} - F$.然后按图1(d)所示,用测力计测出水和桶所受的重力 $G_{总}$,则物体浸没在溢水杯中排出的水的重力大小为 $G_{排} = G_{总} - G_{桶}$.比较物体受到水的浮力大小和物体排出的水所受重力的大小,从而得出阿基米德原理^[1,2].

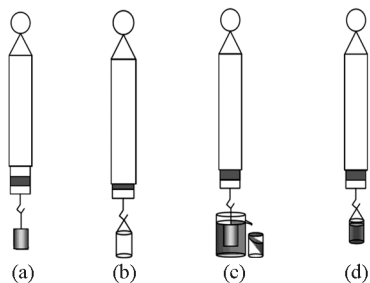


图1 探究阿基米德原理的常见实验方法

按上述实验方法探究阿基米德原理,其实验现

象直观、操作较为方便.但在实际教学中也存在一些不足:首先,重物吊在弹簧测力计下方,需用手提起弹簧测力计完成读数.实验者在实验过程中因手的抖动等原因,使弹簧测力计示数不稳定,导致弹簧测力计读数有偏差,从而影响实验结果;其次,采用上述实验方法探究阿基米德原理时,需要测量的物理量较多,实验步骤较为繁琐,每个步骤中产生的实验误差叠加后会使得整体实验结果误差偏大;另外,上述操作中,每次实验重物浸入液体中的体积是相同的.每改变一次重物浸入液体中的体积,就需要进行多次实验操作,导致实验操作过程比较费时.

基于以上分析,笔者设计了阿基米德原理动态探究实验仪,结合实验设计制作出了相应的实验装置,并对实验装置在教学中的操作作了详细介绍.

1 实验仪器的原理及设计

实验设计的构造如图2所示,选取完全相同的两个弹簧测力计,将其外壳拆除后,在弹簧测力计下方分别悬挂质量相等的小桶和重物,使小桶和重物挂在弹簧测力计上后,两弹簧测力计指针指在标尺的同一位置并将该位置记为零刻度线.将侧壁开有出水口的溢水杯中盛水至出水口处,使水刚好从出

* 楚雄师范学院重点学科(物理学)建设项目;楚雄师范学院2019年云南省大学生创新创业训练计划建设项目,项目编号:893

作者简介:尹德都(1984-),男,硕士,讲师,主要从事课程与教学论(物理)的教学研究.

水口溢出. 旋转转动手柄, 使重物缓慢地浸入水中, 并用小桶来收集重物浸入水中时排开的水. 重物浸入水中受到浮力的作用, 挂有重物的弹簧测力计示数将减小. 小桶收集了重物浸入水中时排开的水, 挂有小桶的弹簧测力计示数将增大^[3,4]. 通过两个弹簧测力计示数的变化, 可读取重物在水中所受浮力的大小和重物排开水所受重力大小, 从而完成阿基米德原理的探究.

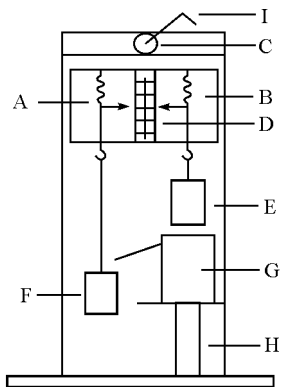


图2 阿基米德原理动态探究实验原理图

实验仪的主要部件有: 用两相同的弹簧测力计 A, B 和一个与弹簧配套的带刻度的标尺 D 组成读数系统; 用于调整小桶和重物高度的升降系统; 实验设备配有重物 E、接水桶 F、溢水杯 G 及载物台 H 等附件. 相关部件的设计与制作方法如下.

读数系统的设计: 选用两个完全相同的弹簧测力计, 将测力计内的弹簧 A, B 和与弹簧相配套的带有刻度的标尺 D 取出(也可对弹簧 A, B 定标后自制刻度标尺). 用尺寸恰当的轻质木条制作如图 2 所示矩形木框, 将矩形木框平面沿竖直方向放置, 将标尺 D 安装在矩形木框竖直方向对称轴处. 在矩形木框下方选择关于标尺 D 对称的恰当位置处打两个小孔, 将弹簧 A, B 穿过小孔并固定在矩形木框上. 矩形木框顶端设有用于悬挂读数系统的铁丝(挂钩), 通过该铁丝(挂钩) 将读数系统与升降系统连在一起.

升降系统的设计: 先用木条制作实验设备的总体支架, 在支架上方横梁中心处开有一个小孔. 将一

个与小孔尺寸匹配的轴承 C 安装在孔内, 并将一根直径与轴承内径匹配的圆棒插入轴承内环以用作升降系统转动手柄 I.

实验附件的制作: 接水桶 F 和溢水杯 G 的设计, 可选用生活中常见的塑料瓶完成制作, 并注意防止其漏水. 重物 E 的制作, 应用不易吸水的材料完成. 载物台 H 的制作, 可选取尺寸恰当的木条来完成并将它固定在底座上, 用来放置装有水的溢水杯. 其中, 制作出的接水桶和实验操作中选用的重物质量相同, 以保证当小桶和重物悬挂在弹簧 A, B 的下方时, 两测力计的指针刚好处于同一位置.

2 实验仪的操作

阿基米德原理动态探究实验仪的实物图如图 3 所示. 实验开始前, 将小桶 F 和重物 E 挂在弹簧测力计 A, B 下方, 并检查此时两测力计指针是否处于零刻度线处.



图3 阿基米德原理动态探究实验仪实物图

将自制溢水杯 G 放置在载物台 H 上, 使自制溢水杯的出水口正好处于接水桶 F 的正上方. 在溢水杯 G 中注入水, 直到水刚好从出水口流出, 以保证当重物浸入水中时, 排开的水能完全从溢水杯出水口处流入接水桶中.

缓慢地转动升降装置的转动手柄 I, 使重物 E 缓慢地浸入溢水杯中. 当重物有一部分浸入水中时, 溢

水杯中的一部分水被排出并收集在小桶中.待示数稳定后,读出两弹簧测力计的示数,可发现测力计 B 示数的减小量刚好等于测力计 A 示数的增大量,则可以直接比较出重物所受浮力大小与重物排入接水桶中的水受到的重力大小的关系.

继续转动升降装置的转动手柄,不断降低重物的高度,重物进入水中的体积变化时,浮力大小的变化和对应的排开水所受重力大小的变化都可直接从测力计上读出.通过上述操作,可以探究出阿基米德原理.

3 结束语

阿基米德原理动态探究实验仪的设计,简化了传统实验设计的测量步骤,使实验现象更直观、明显、可比、可读.可以实现浸入液体中的重物受到的

浮力和重物排开水的重力的大小关系的同步比较,可以实现实验数据的连续采集,有利于节约实验时间,提高教学效率.实验设计中利用简单的材料进行实验探究,不仅节约实验成本,开阔学生的思维和视野,而且有助于学生很好地理解阿基米德原理的实质、掌握阿基米德原理.该实验仪器设计新颖,结构简单,易于操作,能重复使用,便于自制和推广.

参考文献

- 1 王正蛟.验证阿基米德原理的几种实验对比[J].物理通报,2017(5):85~84
- 2 林维杰.经典阿基米德原理实验过程的分析与改进[J].中学物理(初中版),2018(2):32~33
- 3 成际秋.中考实验探究题归类[J].中学教与学,2008(2):3~6
- 4 屈俊良,王爱芳.初中物理“浮力”教学探讨[J].物理通报,2001(5):25~27

(上接第 72 页)

- A. 速度大小可以介于 A, B 的速度大小之间
- B. 速度大小一定不小于 A, B 的速度大小
- C. 速度方向可能在 CA 和 CB 的夹角范围外
- D. 速度方向一定在 CA 和 CB 的夹角范围内

这道题很容易按照思维定势误选选项 A 和 C,但是由于船 C 的速度方向未知(不知道是往前走还是在转弯),可能在 AC 与 BC 绳子之间,也可能不在 AC 与 BC 绳子之间,故两船速度大小无法比较,从本文之前的分析来看,船 C 速度的某一个沿绳分速度一定等于拖船 A 或 B,则两拖船速度一定小于 C 船速度;故选项 A 错误, B 正确.

由于船 C 的合速度方向未知,若在 AC 与 BC 绳子之间,就可以利用“四点共圆”算出合速度的数值

$$v = \frac{\sqrt{v_1^2 + v_2^2 - 2v_1v_2 \cos \alpha}}{\sin \alpha}$$

也可能不在 AC 与 BC 绳子之间,速度分解如图 7 所示,这时候就要注意与之前的区别了.

故选项 C 正确, D 错误.

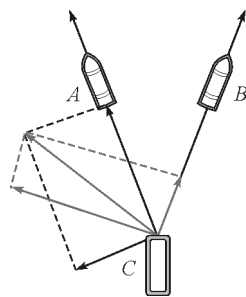


图 7 合速度不在两绳间的分解

4 结论

通过上面问题的讨论,可以看出不要以为有 3 个矢量,就简单地认为其中一个就是另外两个矢量合成的结果^[1].物理教学应该教会学生从这类问题中的错误汲取经验,错不过三,为后期的学习与复习打下好的基础,这样才是真正高效的复习.

参考文献

- 1 张争光,米文贵.从思维的惰性看双绳佯谬[J].中学物理教学参考,2014(3)